

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 8月 9日

出願番号

Application Number:

特願2002-233869

[ ST.10/C ]:

[JP2002-233869]

出願人

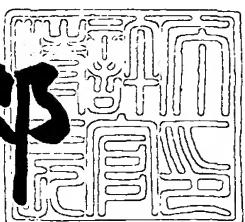
Applicant(s):

富士通株式会社

2003年 1月17日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2002-3107063

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In Re U.S. Patent Application )

Applicant: Kanaoka et al. )

Serial No. )

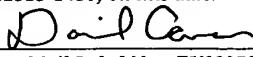
Filed: July 28, 2003 )

For: DATA REPRODUCTION )  
DEVICE )

Art Unit: )

I hereby certify that this paper is being deposited with the United  
States Postal Service as EXPRESS MAIL in an envelope addressed to:  
Mail Stop PATENT APPLICATION, Commissioner for Patents, P.O.  
Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450, on this date.

July 28, 2003  
Date

  
Express Mail Label No.: EV032730920US

CLAIM FOR PRIORITY

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

Applicants claim foreign priority benefits under 35 U.S.C. § 119 on the  
basis of the foreign application identified below:

Japanese Patent Application No. 2002-233869, filed August 9, 2002

A certified copy of the priority document is enclosed.

Respectfully submitted,

GREER, BURNS & CRAIN, LTD.

By 

Patrick G. Burns  
Registration No. 29,367

July 28, 2003

300 South Wacker Drive  
Suite 2500  
Chicago, Illinois 60606  
Telephone: 312.360.0080  
Facsimile: 312.360.9315

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy  
of the following application as filed with this office.

Date of Application: August 9, 2002

Application Number: No. 2002-233869  
[ST.10/C]: [JP2002-233869]

Applicant(s): FUJITSU LIMITED

January 17, 2003

Commissioner,  
Patent Office      Shinichiro Ota (Seal)

Certificate No. 2002-3107063

【書類名】 特許願

【整理番号】 0295267

【提出日】 平成14年 8月 9日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 G11B 20/10

【発明の名称】 データ再生装置

【請求項の数】 10

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通  
株式会社内

【氏名】 金岡 利知

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通  
株式会社内

【氏名】 田口 雅一

【特許出願人】

【識別番号】 000005223

【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

【識別番号】 100070150

【住所又は居所】 東京都渋谷区恵比寿4丁目20番3号 恵比寿ガーデン  
プレイスタワー32階

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊東 忠彦

【電話番号】 03-5424-2511

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 002989

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0114942

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 データ再生装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 記録媒体から再生された再生信号を、再生信号の同期クロックにてサンプリングを行うデータ再生装置において、

アナログの再生信号を、サンプリングクロックでデジタル信号に変換するA/D変換手段と、

前記A/D変換手段により変換された前記デジタル信号を、前記サンプリングクロックの周波数のn倍の周波数を有するクロックでサンプリングされたデジタル信号となるように、補間する補間手段と、

前記同期クロックと再生信号との間の最適な位相からの位相差を検出する最適位相検出手段と、

前記最適位相検出手段により検出された前記位相差に基づいて、位相補正する位相補正手段と、

前記最適位相検出手段にて検出された前記位相差に基づいて情報データの先頭を検出する情報データ先頭検出手段と、

を有するデータ再生装置。

【請求項2】 前記記録媒体は、記録トラックを有し、前記記録トラックは所定のパターンが書き込まれた位相検出領域及び情報データ先頭検出領域を有し、

前記最適位相検出手段は、前記同期クロックと前記所定のパターンとの間の最適な位相からの位相差を検出する、請求項1に記載のデータ再生装置。

【請求項3】 前記位相検出領域及び情報データ先頭検出領域は、専用の予め定められたパターンを記録することを特徴とする、請求項2に記載のデータ再生装置。

【請求項4】 位相検出領域及び情報データ先頭検出領域は、1つの領域で構成されることを特徴とする、請求項2に記載のデータ再生装置。

【請求項5】 前記位相検出領域及び情報データ先頭検出領域に記録される前記所定のパターンは、隣接するトラックにおいて異なるパターンであることを

特徴とする、請求項2乃至4のうち何れか一項に記載のデータ再生装置。

【請求項6】 前記補間手段は、前記記録媒体に信号を記録し且つ再生するチャネルの有する伝達特性のインパルス応答に実質的に等しい係数を有する補間ディジタルフィルタであることを特徴とする、請求項1に記載のデータ再生装置。

【請求項7】 前記記録媒体は、記録トラックを有し、前記記録トラックは所定のパターンが書き込まれた位相検出領域及び情報データ先頭検出領域を有し、

前記A/D変換手段は、再生されたアナログの前記所定のパターンを、サンプリングクロックで、ディジタル化された所定のパターンに変換し、

前記補間手段は、前記A/D変換手段により変換された前記ディジタル化された所定のパターンを、前記サンプリングクロックの周波数のn倍の周波数を有するクロックでサンプリングされたディジタル化された所定のパターンとなるよう、補間し、

前記最適位相検出手段は、前記補間されたディジタル化された所定のパターンと、前記記録媒体の前記位相検出領域及び情報データ先頭検出領域に記録されるべき、所定のパターンを、前記記録媒体に信号を記録し且つ再生するチャネルの有する伝達特性のインパルス応答に実質的に等しい係数によって重み付けされたデータとの間で、相互相關演算処理することにより、最適な位相を検出することを特徴とする、請求項1に記載のデータ再生装置。

【請求項8】 前記最適位相検出手段は、最適位相比較選択手段を有し、前記最適位相比較選択手段は、前記相互相關演算により得た相互相關値を比較する比較手段と、最大相互相關値と最適補間信号番号及び最適位相位置を記憶する記憶手段を有し、前記比較手段は、前記記憶手段に記憶されている最大相互相關値と、新たに得た相互相關値とを比較し、前記記憶手段に記憶されている前記最大相互相關値よりも前記新たに得た相互相關値のほうが大きい場合には、前記記憶手段に記憶されている最大相互相關値と最適位相位置を、前記新たに得た相互相關値、最適補間信号番号及び最適位相位置によって、更新することを特徴とする、請求項7に記載のデータ再生装置。

【請求項9】 前記最適位相検出手段における前記最適位相比較選択手段は、比較ゲートに従って、最適位相比較選択を行うことを特徴とする、請求項8に記載のデータ再生装置。

【請求項10】 前記位相補正手段は、

前記最適位相検出手段の出力する最適補間信号番号に従って前記補間手段により補間された補間信号を選択することにより、位相補正する選択器を有し、

前記情報データ先頭検出手段は、最適位相位置に基づいて、前記補間手段により補間された信号の中から情報データの先頭を検出する最適位相送出カウンタと、補間信号から、同期クロックに同期した信号にリサンプリングする信号選択手段を有することを特徴とする、請求項1に記載のデータ再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、データ再生装置に関し、特に、再生信号をサンプリングする最適クロックの補正を可能とするデータ再生装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

データ再生装置は、携帯電話・衛星通信などのデータ送受信装置、光ディスク・磁気ディスクなどのデータ記録・再生装置など多くの分野において用いられている。これらは、画像、音楽など大量且つ多種類の情報を、記憶し、高速に転送するのに必要な装置である。

【0003】

従来の光ディスクや磁気ディスクなどのデータ再生装置においては、再生されたデータを、2値の情報データに復元するためには、先ず最初に記録されているデータの先頭を示す同期信号を再生することが必要となる。同期信号は、PLL (Phase Locked Loop) 回路を用いて、再生される。PLLの簡単な原理は、電圧制御発生器VCO (Voltage Control Oscillator) により、再生信号をデジタル化する基準となるクロック信号を発生し、このクロック信号の位相と再生信号の位相とを比較し、両者

の位相が所定の関係となるように、VCOの発生するクロック信号の位相を調整する。

【0004】

図1は、再生信号に同期したクロックを発生するための従来のアナログPLLを有する、光ディスク再生装置の例を示す。図1の光ディスク再生装置は、光ディスク101に、光を照射し且つ光ディスク101からの反射光を受けて電気信号に変換する光学ヘッド102、光学ヘッド102から出力される信号を受けるAGC及びイコライザ103、従来のアナログPLL104及びPLL104により再生されたデータを復調する復調器120より構成される。

【0005】

更に従来のアナログPLL104は、アナログフィルタ105、A/D変換器106、ディジタル波形等化器107、シンボル判定器108、位相誤差検出器109、D/A変換器110、ループフィルタ111及びVCO112より構成される。

【0006】

図1に示すように、従来のアナログPLL104では、VCO112から出力されるクロックを基準として、A/D（アナログ/ディジタル）変換器106により、再生信号130をアナログフィルタ105を通過させた後に、サンプリングを行う。A/D変換器106によりサンプリングされた信号は、ディジタル波形等化器107により波形等化され、そして、次に、シンボル判定器108により、再生された信号のシンボルの判定を行う。次に、VCO112により発生されたクロック信号の位相と再生信号の位相誤差を位相誤差検出器109により検出し、その検出結果をD/A変換器110によりアナログ位相誤差信号に変換する。次に、ループフィルタ111を経た後のアナログ位相誤差信号により、VCO112の発振クロック周波数が調整される。このようにして、VCO112の出力クロックの調整を行いながら、再び、VCO112の出力クロックを基準として、A/D変換器106により再生信号のサンプリングを行う。この動作を繰り返すことにより、徐々に再生信号に同期したクロックを発生させることができる。

## 【0007】

次に、図2は、外部クロック方式による従来のアナログPLLを有する、光ディスク再生装置の例を示す。図2において、図1と同一番号を有する構成要素は同一の構成要素を示す。図2に示す光ディスク再生装置は、外部クロック方式による従来のアナログPLL201を有する。外部クロック方式による従来のアナログPLL201は、アナログフィルタ105、A/D変換器106、デジタル波形等化器107、シンボル判定器108、位相誤差検出器109、FCM(Fine Clock Mark)検出回路202、PLL203及び遅延器204により構成される。

## 【0008】

外部クロック方式とは、データを再生する場合のクロックを、情報データの再生信号自身から発生するのではなく、媒体上に埋め込まれた特別のクロックマークから再生された信号に、PLLを同期させて、クロックを発生する方式である。図2においては、クロックマーク再生信号210をFCM検出回路202により検出する。そして、FCM検出回路202により検出されたクロックマーク再生信号に対して同期したクロックをPLL203により発生する。

## 【0009】

外部クロック方式では、データを再生するためのクロックの周波数情報は、上述のようにクロックマークを使用して媒体から得ることができる。従って、クロックマークを検出する検出系と、再生信号の検出系の違いにより発生する、データを再生するためのクロックと再生信号の間の位相差の調整が必要となる。図2においては、遅延器204により、この位相差を調整する。

## 【0010】

これを実行するために、図2においては、位相誤差検出器109により得られた位相誤差量に基づいて、遅延器204により、同期クロックの位相を遅延させ、A/D変換器106に与え、サンプリングする。

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来例においては、以下のような問題がある。

## 【0011】

上述のように、セルフクロック方式及び、外部クロック方式について説明したが、何れの方式においても、フィードバックループを持つ構成になる。これにより、データを再生するためのクロックが、再生信号の変動に追従する速度を高速化することが難しくなり、更に、データの転送速度を高速化することが困難になる。また、低S/N（信号対雑音）比においては、シンボル判定誤り率の劣化が、位相調整の精度に大きく関係し、安定した位相同期が行えなくなるといった問題がある。

## 【0012】

また、PRML（Partial Response Maximum Likelihood）方式等の、データ信号処理方式の進歩により、低S/N比においても復調を行うことが可能となった。しかしながら、S/N比の低下や転送レートの高速化のために、上述のような従来の技術に従ったPLLでは、データを再生するためのクロックと再生信号の間の高精度の位相差の調整が困難となり、また、フィードバックを含むことによるPLLの追従動作の遅延及び発振などにより、高速な位相差の補正が困難となっている。

## 【0013】

特に、近年、通信分野において提案され且つ採用されたターボ符号を、データ記憶装置に応用する場合には、PRML方式を使用して達成できる記録密度以上の、さらなる高記録密度を達成できる可能性がある。しかし、一方、この高密度化による低S/N比においても、データを再生するためのクロックと再生信号の間の位相を同期させることと、更に、情報データ領域の先頭を示す情報データ先頭マーク（同期信号等）を、正確に検出することが困難となっている。

## 【0014】

本発明は、この高密度化による低S/N比においても、データを再生するためのクロックと再生信号の間の位相を同期させ、且つ、情報データ領域の先頭を示す情報データ先頭マーク（同期信号等）を、正確に検出することができるデータ再生装置を提供することである。

## 【課題を解決するための手段】

上記課題は、本発明に従って、記録媒体から再生された再生信号を、再生信

号の同期クロックにてサンプリングを行うデータ再生装置において、

アナログの再生信号を、サンプリングクロックでデジタル信号に変換するA／D変換手段と、

前記A／D変換手段により変換された前記デジタル信号を、前記サンプリングクロックの周波数のn倍の周波数を有するクロックでサンプリングされたデジタル信号となるように、補間する補間手段と、

前記同期クロックと再生信号との間の最適な位相からの位相差を検出する最適位相検出手段と、

前記最適位相検出手段により検出された前記位相差に基づいて、位相補正する位相補正手段と、

前記最適位相検出手段にて検出された前記位相差に基づいて情報データの先頭を検出する情報データ先頭検出手段と、

を有するデータ再生装置を提供することによって達成できる。

#### 【0015】

本発明により、従来技術と比べて、より低いS／N比におけるデータ再生、クロストークの影響が大きいデータ再生、より高速な転送が要求されるシステムにおいて、高速かつ高い精度での、データを再生するためのクロックと再生信号の間の位相補正及び情報データ先頭検出を行うことができる。

#### 【発明の実施の形態】

以下に、本発明の実施の形態について説明する。

#### 【0016】

図3は、本発明をに従った外部クロックによるデータ再生装置を有する、光ディスク再生装置の実施例を示す。また、図5は、光ディスク媒体上への信号の記録フォーマットの一実施例を示す。図3の外部クロックによるデータ再生装置300は、図2の従来のアナログPLL201の代わりに使用する。図3において、図2と同一番号を付した構成要素は、同一の構成要素を示す。図3の外部クロックによるデータ再生装置300は、アナログフィルタ105、A／D変換器106、位相補正及び同期信号検出器301、デジタル波形等化器107、シンボル判定器108、FCM検出回路202、PLL203、アドレスマーク検出

器302により構成される。

#### 【0017】

図3の外部クロックによるデータ再生装置300は、光ディスク101から再生されたクロックマーク(FCM: Fine Clock Mark)の再生信号210をFCM検出回路202で検出しそして、この検出されたクロックマークの再生信号に同期した、PLL203により発生された同期チャネルクロック310が、A/D変換器106に供給される。この同期チャネルクロック310は、情報データ再生信号と位相が同期していない。A/D変換器106は、この同期チャネルクロック310をサンプリングクロック(同期チャネルクロックあるいは、同期チャネルクロックの数倍の周波数のクロック)として、アナログフィルタ105の出力の再生信号をサンプリングする。

#### 【0018】

アドレスマーク検出回路302は、再生されたアドレス信号320に基づいて、位相比較ゲート321を発生する。そして、サンプリングされた信号は、位相補正及び同期信号検出器301により、位相比較ゲート321内で、最適なサンプリング点でサンプリングが行われたのと等くなるように、サンプリング点の位相に補正が行われる。そして、データ部のみが送出される。位相補正及び同期信号検出器301より送出された出力は、ディジタル波形等化器107により波形等化されそして、シンボル判定器108によりシンボルが判定される。

#### 【0019】

図5に示された一実施例の光ディスク媒体上への信号の記録フォーマットは、各フレーム(例えば、Frame 1)が同期信号(SYNC)領域501とデータ(DATA)領域502により構成される。図5の、SYNC領域は、位相検出領域及び情報データ先頭検出領域として働き、本実施例では、M系列(Maximal sequence)信号により形成される。しかし、位相検出領域及び情報データ先頭検出領域は、別々の領域として構成しても良い。1つのトラックに記録されるM系列信号と、その隣接するトラックに記録されるM系列信号との間の相関が小さくなるように、帰還法を、トラック毎に別に選択する。図6は、M系列の発生器の一例を示す。図6のM系列発生器は、3段のシフトレジスタ

601、602及び603と、排他的論理和604により構成される。図6のM系列の発生器の一例は、段数が3、符号長が7で且つ、帰還法[3, 1]のM系列発生器を示す。図よりD<sub>1</sub>、D<sub>2</sub>、D<sub>3</sub>の初期値をそれぞれ1, 1, 1とするとき、出力される符号は、11101001110100...となる。

#### 【0020】

次に、図4は、本発明に従った任意クロックによるデータ再生装置を有する、光ディスク再生装置の実施例を示す。また、図7は、光ディスク媒体上への信号の記録フォーマットの他の一実施例を示す。

#### 【0021】

図4は、図1の、再生信号に同期したクロックを発生するための従来のアナログPLL104に対応する。図4の任意クロックによるデータ再生装置400は、アナログフィルタ105、A/D変換器106、位相補正及び同期信号検出器401、デジタル波形等化器107、シンボル判定器108、VCO402、及び、アドレスマーク検出器302により構成される。図6の任意クロックによるデータ再生装置400は、予め、適当な周波数(記録したクロック周波数)を有するクロックを、任意にVCO402から発生させ、A/D変換器106により、アナログフィルタ105の出力の再生信号をサンプリングする。

#### 【0022】

アドレスマーク検出回路302は、再生されたアドレス信号320に基づいて、位相比較ゲート321を発生する。そして、サンプリングされた信号は、位相補正及び同期信号検出器401により、位相比較ゲート321内で、最適なサンプリング点でサンプリングが行われたのと等しくなるように、サンプリング点の位相に補正が行われる。そして、データ部のみが送出される。位相補正及び同期信号検出器401より送出された出力は、デジタル波形等化器107により波形等化され、シンボル判定器108によりシンボルが判定される。

#### 【0023】

図7に示された一実施例の光ディスク媒体上への信号の記録フォーマットは、各フレーム(例えば、Frame1)が同期信号(SYNC)領域とデータ(DATA)領域及び、再同期信号(RESYNC)領域とデータ(DATA)領域

の繰返しにより構成される。図7に示すようなフォーマット構成にすることにより、SYNC領域において、大きな量の位相差を上述のように補正し、そして、その後に生じる微小な周波数のずれを、RESYNC領域で補正することができる。

#### 【0024】

以下に、外部クロック同期方式に従った、位相補正及び同期信号検出器について説明する。

#### 【0025】

図8は、本発明の一実施例の構成を示す。図8の実施例は、図3における位相補正及び同期信号検出器301又は、図4における位相補正及び同期信号検出器401の実施例を示す。図8の位相補正及び同期信号検出器301は、補間FIRフィルタ801、位相検出器802、遅延器803及び最適位相選択器804、及びタイミング発生器806より構成される。タイミング発生器806は、ホスト装置からの読み出し命令等807に従って、各部の動作に必要なタイミング信号を発生する。図8においては、A/D変換器106に与えるサンプリングクロックは、同期チャネルクロック(Ch. CLK)の周波数の2倍のクロック(RS\_CLK)とし、補間FIRフィルタにおける補間倍数を10倍( $n=10$ )とする。また、補間FIRフィルタと位相検出器の構成は、それぞれ、並列構成を有するとする。

#### 【0026】

図8において、図3のアナログフィルタ105より出力された、再生されたアナログ信号131は、A/D変換器106により、同期チャネルクロックの2倍の周波数のクロックRS\_CLK310でサンプリングされ、補間FIRフィルタ801で1.0倍に補間される。そして、アドレスマーク検出回路302から比較ゲート信号321が入力されたときに、位相検出器802により、最適位相情報805が出力される。一方、補間FIRフィルタ801の出力は、遅延器803により遅延される。最適位相選択器804は、最適位相情報805に従って、遅延器803の出力から補間信号を選択し且つ、補正した後に、位相補正されたディジタル信号のデータ部のみ出力する。

## 【0027】

次に、図8の位相補正及び同期信号検出器301の動作を、以下に詳しく説明する。図9は、並列型で構成され補間FIRフィルタ801の実施例を示す。図9の補間FIRフィルタ801は、10個のFIRフィルタ900から909により並列に構成される。図8のA/D変換器106の出力は、この10個のFIRフィルタ900から909に並列に入力される。各FIRフィルタ900から909は、補間信号910から919を出力する。

## 【0028】

図10は、図9の各々のFIRフィルタの構成例を示す。図10のFIRフィルタは、1クロックの遅延を表す遅延演算子(D)1001から1005、乗算器1011から1016及び加算器1020により構成される。図11は、図10に示されたFIRフィルタの乗算器1011から1016の乗数であり、これは、フィルタのタップ係数を示す。

## 【0029】

図8に示す実施例では、補間FIRフィルタ801において、10倍の補間を行うが、補間の概念を明確にするために、図11では、4倍の補間を行う場合についてのフィルタのタップ係数を示す。従って、図11の例より、10倍の補間を行う場合に付いては、当業者には容易に理解することができる。

## 【0030】

図11に示す実施例では、最大値1に正規化したナイキスト波形によって補間を行う場合を示し、簡単のために、4倍補間を行う場合を示している。図11において、円印で示されているのは、同期クロックの4倍の周波数のクロックで、ナイキスト波形をサンプリングした場合の各サンプリング点を示す。このように、同期クロックの4倍の周波数のクロックでサンプリングした点を、4個おきに抽出し、第1のFIRフィルタのタップ係数を構成する。次に、前記第1のFIRフィルタのタップ係数に隣接するタップ係数を抽出し、第2のFIRフィルタのタップ係数を構成する。即ち、FIRフィルタ#1では、

## 【0031】

【外1】

$$k^1_0, k^1_1, k^1_2, k^1_3, k^1_4, k^1_5$$

をフィルタタップ係数とし、FIRフィルタ#2では、

【0032】

【外2】

$$k^2_0, k^2_1, k^2_2, k^2_3, k^2_4, k^2_5$$

をフィルタタップ係数とする。このようにして、各並列フィルタのタップ係数を決定する。前述のように、図8の実施例では、10倍の補間を行うので、図11の4個おきに抽出した係数を、10個おきに抽出すれば良い。代表的なナイキスト波形を次式に示す。

【0033】

【数1】

$$r(t) = \frac{\sin(\pi t/T)}{\pi t/T} \cdot \frac{\cos(\pi \beta t/T)}{1 - (2\beta t/T)^2}$$

但し、 $r(0) \neq 0, r(mT) = 0 : m = \pm 1, \pm 2, \dots$

である。

【0034】

この式において、タップ数が6であれば、タップ係数は次のように与えられる

【0035】

FIRフィルタ900：

【0036】

【外3】

 $k^0_0, k^0_1, k^0_2, k^0_3, k^0_4, k^0_5$  は、 $r(-2nT/n), r(-nT/n), r(0), r(nT/n), r(2nT/n), r(3nT/n)$ 

である。

【0037】

FIRフィルタ901:

【0038】

【外4】

 $k^1_0, k^1_1, k^1_2, k^1_3, k^1_4, k^1_5$  は、 $r((-2n+1)T/n), r((-n+1)T/n), r(T/n), r((n+1)T/n), r((2n+1)T/n), r((3n+1)T/n)$ 

である。

【0039】

FIRフィルタn-1:

【0040】

【外5】

 $k^{n-1}_0, k^{n-1}_1, k^{n-1}_2, k^{n-1}_3, k^{n-1}_4, k^{n-1}_5$  は、 $r((-2n+n-1)T/n), r((-n+n-1)T/n), r((n-1)T/n),$  $r((n+n-1)T/n), r((2n+n-1)T/n), r((3n+n-1)T/n)$ 

である。

【0041】

以上のように、並列にFIRフィルタを持ち、それぞれのFIRフィルタのタップ係数値を変えることで、補間の倍数のクロック周波数が不要となる。また、 $r(0) = 1, r(mT) = 0 : m = \pm 1, \pm 2, \dots$  であるようなナイキスト波形により補間を行う場合、FIRフィルタ900は必要なくなり、FIRフィルタ内の遅延素子数に応じた分だけ遅延させればよい。

【0042】

次に、図12は、並列型で構成した位相検出器802の実施例を示す。図12より、並列型位相検出器802は、補間倍数と同様のn個(図12ではn=10)の相互相関器1200から1209を並列に有し且つ最適位相検出器1210を有する。各相互相関器1200から1209には、図11の補間信号910から919が入力される。図13は、各相互相関器1200から1209の構成を示し、各相互相関器1200から1209は、積和演算を行う。図13の相互相関器は、補間信号を記憶するメモリ1301、PR(1, 1)特性を付与されたSYNCパターンを記憶するメモリ1302、乗算器1301から1306及び加算器1307により構成される。PR(1, 1)特性は、1+D特性であり、理想的には、同期クロック周波数で周波数応答がゼロになる。相互相関とは、2つの信号の積和を演算することであり、信号が互いに似ている度合いを検出する方法である。本発明では、メモリ1302に記憶された、記録再生チャネルの特性であるPR(1, 1)特性を通した、既知のSYNC領域の系列と、補間信号との相互相関を検出し、位相誤差を検出する。

#### 【0043】

ここで、図13に示すように、クロックRS\_CLKの周波数が、同期クロックCh\_CLKの周波数の2倍である場合には、メモリ1301内に記憶されたサンプルの1サンプルおきの値と、メモリ1302に記憶された、記録再生チャネルの特性を与えたSYNC領域の系列の各値との積和演算を行う。

#### 【0044】

図14は、並列型位相検出器を使用した場合の最適位相検出器1210の実施例を示す。最適位相検出器1210は比較器1401と、最適位相値等の記憶ブロック1402で構成される。比較器1401は、タイミング発生器806から入力される、相互相関比較ゲート信号1403が開いているとき(γクロックの間)のみ動作する。比較器1401では、1クロック毎に各相互相関値が入力されると、記憶していた最大相互相関値と比較を行う。最適位相値等の記憶ブロック1402は、相互相関値の段数(相互相関信号番号)、相互相関比較ゲートが開いてからのクロックカウント数(CLK\_count\_max)、及び相互相関値(R\_max)を記憶する。最適な相互相関値の段数は、最適補間信号番号であり、

クロックカウント数は、最適位相位置である。比較器1401に入力された相互相関値が、最適位相値等の記憶ブロック1402内に記憶されている最大相互相関値よりも大きい場合には、相互相関値の段数（相互相関信号番号）、相互相関比較ゲートが開いてからのクロックカウント数（CLK\_count<sub>max</sub>）、及び相互相関値（R<sub>max</sub>）を更新する。そして、最終的に、最適補間信号番号1404と、クロックカウント数1405を出力する。但し、記憶されるデータは、相互相関比較ゲート1403が開いたタイミングでリセットされ、任意の初期値に設定される。

#### 【0045】

次に、図15は、最適位相選択器804の構成実施例を示す。図15の最適位相選択器804は、選択器1501、最適位相送出カウンタ1502及びデマルチプレクサ1503より構成される。最適位相選択器804では、遅延器803により、 $\gamma$ だけ遅延したn段（図例では $n = 10$ ）の補間信号の中から、位相検出器802の最適位相検出器1201から出力される最適位相を持つ最適補間信号番号1404に従って、図9に示された補間信号910から919の中から1つの補間信号を選択する。そして、最適位相位置1405により示される信号から後の信号のみを送出し、次に、1/2のDEMUX（デマルチプレクサ）によりサンプルを1/2に間引く（例えば0, 2, 4, 6, . . . のクロックデータのみ出力される）。その結果、情報データの先頭から、正確に出力される。

#### 【0046】

このようにして、データを再生するためのクロックと再生信号の間の位相を同期させ、且つ、情報データ領域の先頭を示す同期信号等の情報データ先頭マークの位置を、正確に検出し、デマルチプレクサ1503より、再生されたデータのみを正確に出力することができる。

#### 【0047】

図16は、補間FIRフィルタ801及び位相検出器802について並列処理を行った場合の本発明のタイミングチャート例を示す。図16に示すタイミングチャートでは、1フレームを再生する場合を例に説明する。

#### 【0048】

図16より、1フレームは、図5を用いて前述したように、データの先頭及び位相誤差を検出するためのSYNC部501とDATA部502より構成される。

#### 【0049】

光ディスク再生装置に、ホスト装置から、読み出し命令が入力されると、情報データ再生用のリードゲートトリガ(Trigger)が立ち上がる(2)。これに従って、リサンプリングクロック(RS\_CLK: 同期チャネルクロック(Ch\_CLK)のx倍の周波数)(3)によりA/D変換器106で再生信号のサンプリングを行う。

#### 【0050】

A/D変換された信号(4)は、補間FIRフィルタにより、補間が行われ、補間信号(5)が補間FIRフィルタ801より出力される。このとき、補間FIRフィルタ801内の個々のFIRフィルタが持つ遅延素子数/2の数のクロック(τクロック)遅延して、補間信号(5)を出力する。期間γは、SYNC信号の先頭を検出する範囲を示す。アドレスマーク検出器302より出力される相互相関比較ゲート321は、リードゲートトリガの立ち上がりからSYNC長×x+τクロックだけ遅延した後に開き、γクロック期間だけ開く(6)。位相検出器内の比較器は、相互相関比較ゲートが開いた時に、図14の最適位相値等の記憶ブロック1402内1402記憶部の内部状態を初期化し、そして、相互相関比較ゲート321が開いている間だけ、記憶部の更新を行う。そして、相互相関比較ゲートが閉じた時に、位相検出器802内に記憶されている最適補間信号番号1404と最適位相位置1405より構成される、最適位相位置情報805を、最適位相選択器804に送る。そして、最適位相選択器804は、遅延器803により、γクロック遅延された補間信号の中から、最適補間信号を選択し、最適位相位置のClk\_count<sub>max</sub>クロック数だけ最適補間信号を遅延させそして、デマルチプレクサによって、もとの同期チャネルクロック(Ch\_CLK)に同期したDATA部分のみを最適位相選択器804より出力する。

#### 【0051】

次に、本発明において、FIRフィルタ801及び位相検出器802を並列処

理しない場合の他の実施例を図17に示す。図17より、A/D変換器は同期チャネルクロックの $\times$ 倍の周波数を有するクロック310によりサンプリングし、零補間FIRフィルタ801、位相検出器802は同期クロックの $\times \times n$ 倍の周波数を有するクロックにより動作を行う。同期クロックの $\times \times n$ 倍の周波数を有するクロックも図3のPLL203により発生できる。最適位相選択器804では、SYNC送出カウンタブロックのみ同期チャネルクロックで処理し、その他の内部ブロックは同期チャネルクロックの $\times \times n$ 倍の周波数のクロックで処理を行う。

#### 【0052】

図17に示す零補間FIRフィルタの構成の実施例を図18に示す。図18に示すように零補間FIRフィルタ801は零補間フィルタ1801とFIRフィルタ1802により構成される。

#### 【0053】

図19は、零補間フィルタの概念図を示す。図19より同期チャネルクロックの $\times$ 倍の周波数を有するクロック1903によりサンプリングされた信号1901の間に、ゼロ信号1902を挿入することにより、 $n$ 倍（図例では2倍）に補間する。RS\_CLK1904は、補間された後のサンプルに対応する周波数のクロックを示す。

#### 【0054】

図20は、零補間フィルタの構成の実施例を示す。図20では、マルチプレクサ2001によって、A/D変換器106から出力された信号2002に、'0'、'1'信号2003から2005を多重（MUX : Multiplexer）する。

#### 【0055】

図21は、零補間FIRフィルタ1801の概念図を示す。零補間FIRフィルタ1801により、サンプリングされた信号の間に $n-1$ 個の'0'を補間した信号2101を、FIRフィルタ2101を通過させると、補間された信号2103が得られる。零補間FIRフィルタ801に用いるFIRフィルタタップ係数例を図22に示す。FIRフィルタタップ係数はナイキスト関数により

補間を行う場合には、図22に示すように、同期チャネルクロックの周期をn分割した時点における、ナイキスト関数の値  $k_0, k_1, k_2, \dots$  を順次タップ係数とする。例えば、

【0056】

【外6】

$$k_0 = r(-\frac{3}{n}T), k_1 = r(-\frac{2}{n}T), k_2 = r(-\frac{1}{n}T), k_3 = r(0), k_4 = r(\frac{1}{n}T), k_5 = r(\frac{2}{n}T), k_6 = r(\frac{3}{n}T)$$

となる。但し、上式及び図例は  $n = 4$  の場合である。

(付記)

(付記1) 記録媒体から再生された再生信号を、再生信号の同期クロックにてサンプリングを行うデータ再生装置において、

アナログの再生信号を、サンプリングクロックでデジタル信号に変換するA/D変換手段と、

前記A/D変換手段により変換された前記デジタル信号を、前記サンプリングクロックの周波数のn倍の周波数を有するクロックでサンプリングされたデジタル信号となるように、補間する補間手段と、

前記同期クロックと再生信号との間の最適な位相からの位相差を検出する最適位相検出手段と、

前記最適位相検出手段により検出された前記位相差に基づいて、位相補正する位相補正手段と、

前記最適位相検出手段にて検出された前記位相差に基づいて情報データの先頭を検出する情報データ先頭検出手段と、

を有するデータ再生装置。

【0057】

(付記2) 前記記録媒体は、記録トラックを有し、前記記録トラックは所定のパターンが書き込まれた位相検出領域及び情報データ先頭検出領域を有し、

前記最適位相検出手段は、前記同期クロックと前記所定のパターンとの間の最

適な位相からの位相差を検出する、付記1に記載のデータ再生装置。

【0058】

(付記3) 前記位相検出領域及び情報データ先頭検出領域は、専用の予め定められたパターンを記録することを特徴とする、付記2に記載のデータ再生装置。

【0059】

(付記4) 位相検出領域及び情報データ先頭検出領域は、1つの領域で構成されることを特徴とする、付記2に記載のデータ再生装置。

【0060】

(付記5) 前記位相検出領域及び情報データ先頭検出領域に記録される前記所定のパターンは、隣接するトラックにおいて異なるパターンであることを特徴とする、付記2乃至4のうち何れか一項に記載のデータ再生装置。

【0061】

(付記6) 前記補間手段は、前記記録媒体に信号を記録し且つ再生するチャネルの有する伝達特性のインパルス応答に実質的に等しい係数を有する補間ディジタルフィルタであることを特徴とする、付記1に記載のデータ再生装置。

【0062】

(付記7) 前記補間手段は、それぞれ異なるフィルタ係数を有する、FIRフィルタを並列に配置することを特徴とする、付記1或は6に記載のデータ再生装置。

【0063】

(付記8) 前記補間手段は、前記A/D変換手段により変換された前記ディジタル信号の間を、直線的にn等分する直線補間により行うことを行つことを特徴とする、付記1に記載のデータ再生装置。

【0064】

(付記9) 前記記録媒体は、記録トラックを有し、前記記録トラックは所定のパターンが書き込まれた位相検出領域及び情報データ先頭検出領域を有し、前記A/D変換手段は、再生されたアナログの前記所定のパターンを、サンプリングクロックで、デジタル化された所定のパターンに変換し、

前記補間手段は、前記A／D変換手段により変換された前記ディジタル化された所定のパターンを、前記サンプリングクロックの周波数のn倍の周波数を有するクロックでサンプリングされたディジタル化された所定のパターンとなるよう、補間し、

前記最適位相検出手段は、前記補間されたディジタル化された所定のパターンと、前記記録媒体の前記位相検出領域及び情報データ先頭検出領域に記録されるべき、所定のパターンを、前記記録媒体に信号を記録し且つ再生するチャネルの有する伝達特性のインパルス応答に実質的に等しい係数によって重み付けされたデータとの間で、相互相關演算処理することにより、最適な位相を検出することを特徴とする、付記1に記載のデータ再生装置。

#### 【0065】

(付記10) 前記最適位相検出手段は、前記相互相關演算を並列に行う相互相關器を有することを特徴とする、付記9に記載のデータ再生装置。

#### 【0066】

(付記11) 前記最適位相検出手段は、最適位相比較選択手段を有し、前記最適位相比較選択手段は、前記相互相關演算により得た相互相關値を比較する比較手段と、最大相互相關値と最適補間信号番号及び最適位相位置を記憶する記憶手段を有し、前記比較手段は、前記記憶手段に記憶されている最大相互相關値と、新たに得た相互相關値とを比較し、前記記憶手段に記憶されている前記最大相互相關値よりも前記新たに得た相互相關値のほうが大きい場合には、前記記憶手段に記憶されている最大相互相關値と最適位相位置を、前記新たに得た相互相關値、最適補間信号番号及び最適位相位置によって、更新することを特徴とする、付記9或は10に記載のデータ再生装置。

#### 【0067】

(付記12) 前記最適位相検出手段における前記最適位相比較選択手段は、比較ゲートに従って、最適位相比較選択を行うことを特徴とする、付記11に記載のデータ再生装置。

#### 【0068】

(付記13) 前記最適位相比較選択手段の前記記憶手段は、前記比較ゲート

が開いたタイミングで任意の初期値に設定され、前記比較ゲートが開いている間は、前記相互相関値、前記最適補間信号番号及び前記最適位相位置の更新を行うことができ、前記比較ゲートが閉じている間は、前記相互相関値、前記最適補間信号番号及び前記最適位相位置を保持することを特徴とする、付記11に記載のデータ再生装置。

## 【0069】

（付記14） 前記位相補正手段は、

前記最適位相検出手段の出力する最適補間信号番号に従って前記補間手段により補間された補間信号を選択することにより、位相補正する選択器を有し、

前記情報データ先頭検出手段は、最適位相位置に基づいて、前記補間手段により補間された信号の中から情報データの先頭を検出する最適位相送出カウンタと、補間信号から、同期クロックに同期した信号にリサンプリングする信号選択手段を有することを特徴とする、付記1に記載のデータ再生装置。

## 【0070】

（付記15） 前記比較ゲートは、位相検出領域及び情報データ先頭検出領域の長さ以上開き、任意に設定できることを特徴とする、付記12に記載のデータ再生装置。

## 【0071】

## 【発明の効果】

以上説明したように、高密度化による低S/N比においても、データを再生するためのクロックと再生信号の間の位相を同期させ、且つ、情報データ領域の先頭を示す情報データ先頭マーク（同期信号等）を、正確に検出することができるデータ再生装置を提供することができる。

## 【0072】

図8に示す本発明の構成実施例を用いることにより、従来よりも2dB以上低いS/N比においても、高精度の最適位相補正、情報データ先頭検出が可能でありまた、高速転送レートを実現することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図1】

従来のアナログPLLを有する光ディスク再生装置の構成例を示す図である。

【図2】

従来のアナログPLLを有する光ディスク再生装置の構成例を示す図である。

【図3】

本発明を従った外部クロックによるデータ再生装置を有する、光ディスク再生装置の実施例を示す図である。

【図4】

本発明を従った任意クロックによるデータ再生装置を有する、光ディスク再生装置の実施例を示す図である。

【図5】

光ディスク媒体上への信号の記録フォーマットの一実施例を示す図である。

【図6】

M系列の発生器の一例を示す図である。

【図7】

光ディスク媒体上への信号の記録フォーマットの他の一実施例を示す図である

【図8】

本発明の一実施例を示す図である。

【図9】

並列型で構成され補間FIRフィルタ801の一実施例を示す図である。

【図10】

本発明のFIRフィルタの構成例を示す図である。

【図11】

本発明のFIRフィルタタップ係数例を示す図である。

【図12】

本発明の並列型で構成した位相検出器の実施例を示す図である。

【図13】

本発明の相互相關器の構成例を示す図である。

【図14】

本発明の並列型位相検出器を使用した場合の最適位相検出器の実施例を示す図である。

## 【図15】

本発明の最適位相選択器の構成例を示す図である。

## 【図16】

本発明のタイミングチャート例を示す図である。

## 【図17】

本発明の他の実施例を示す図である。

## 【図18】

本発明の零補間FIRフィルタの構成の実施例を示す図である。

## 【図19】

零補間フィルタの概念図を示す図である。

## 【図20】

零補間フィルタの構成の実施例を示す図である。

## 【図21】

本発明の零補間FIRフィルタの概念図を示す図である。

## 【図22】

本発明のFIRフィルタタップ係数の実施例を示す図である。

## 【符号の説明】

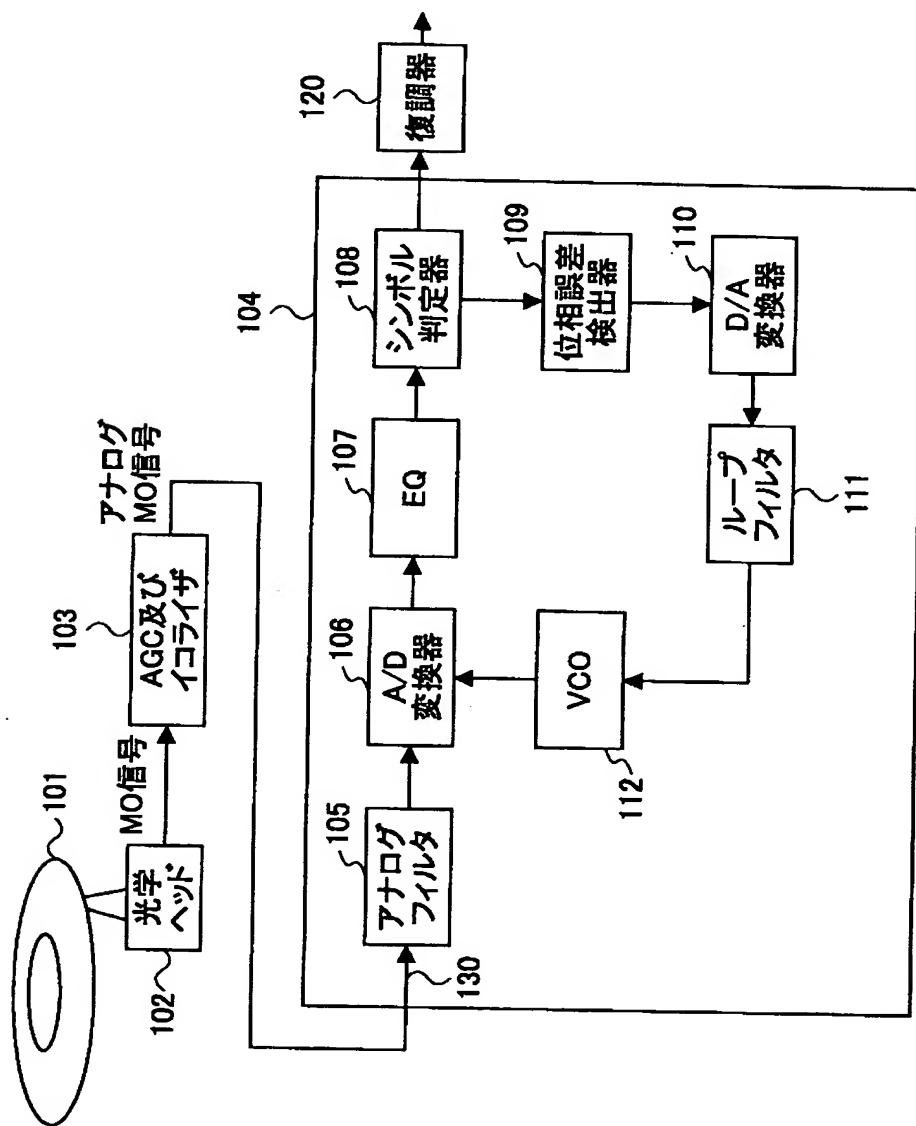
- 101 光ディスク
- 102 光学ヘッド
- 103 増幅器
- 104 従来のアナログPLL
- 105 アナログフィルタ
- 106 A/D変換器
- 107 デジタル波形等化器
- 108 シンボル判定器
- 109 位相誤差検出器
- 110 D/A変換器

111 ループフィルタ  
112 VCO  
120 復調器  
201 外部クロック方式による従来のアナログPLL  
202 FCM検出回路  
203 PLL  
204 遅延器  
300 外部クロックによるデータ再生装置  
301 位相補正及び同期信号検出器  
302 アドレスマーク検出回路  
400 任意クロックによるデータ再生装置  
401 位相補正及び同期信号検出器  
801 補間FIRフィルタ  
802 位相検出器  
803 遅延器  
804 最適位相選択器  
805 最適位相情報  
900から909 FIRフィルタ  
1001から1005 遅延演算子(D)  
1011から1016 乗算器  
1020 加算器  
1200から1209 相互相関器  
1210 最適位相検出器  
1301、1302 メモリ  
1301から1306 乗算器  
1307 加算器  
1401 比較器  
1402 最適位相値等の記憶ブロック  
1501 選択器

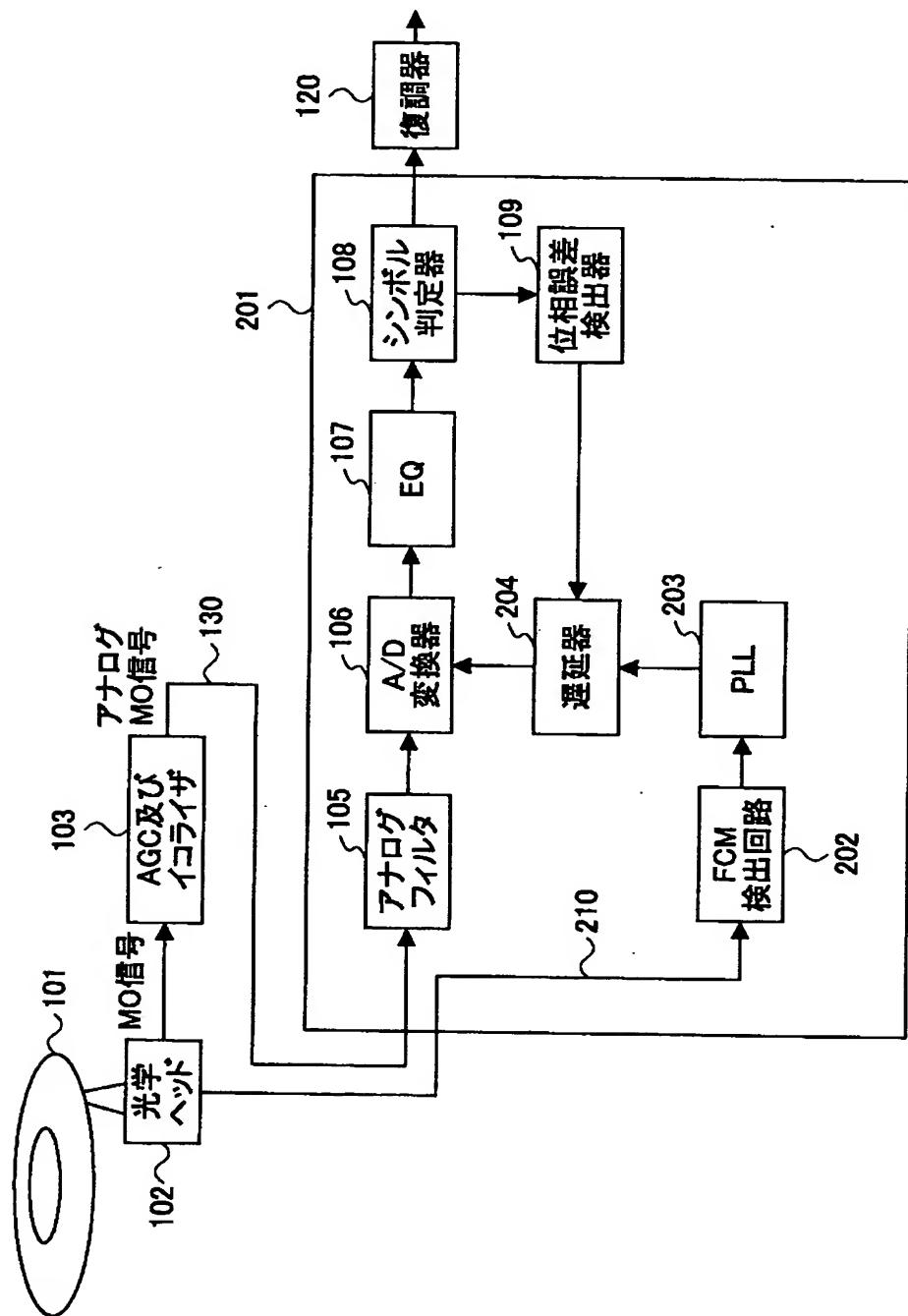
- 1502 最適位相送出カウンタ
- 1503 デマルチプレクサ
- 1801 零補間フィルタ
- 1802 F I R フィルタ
- 2001 マルチプレクサ
- 2102 F I R フィルタ

【書類名】 図面

【図1】

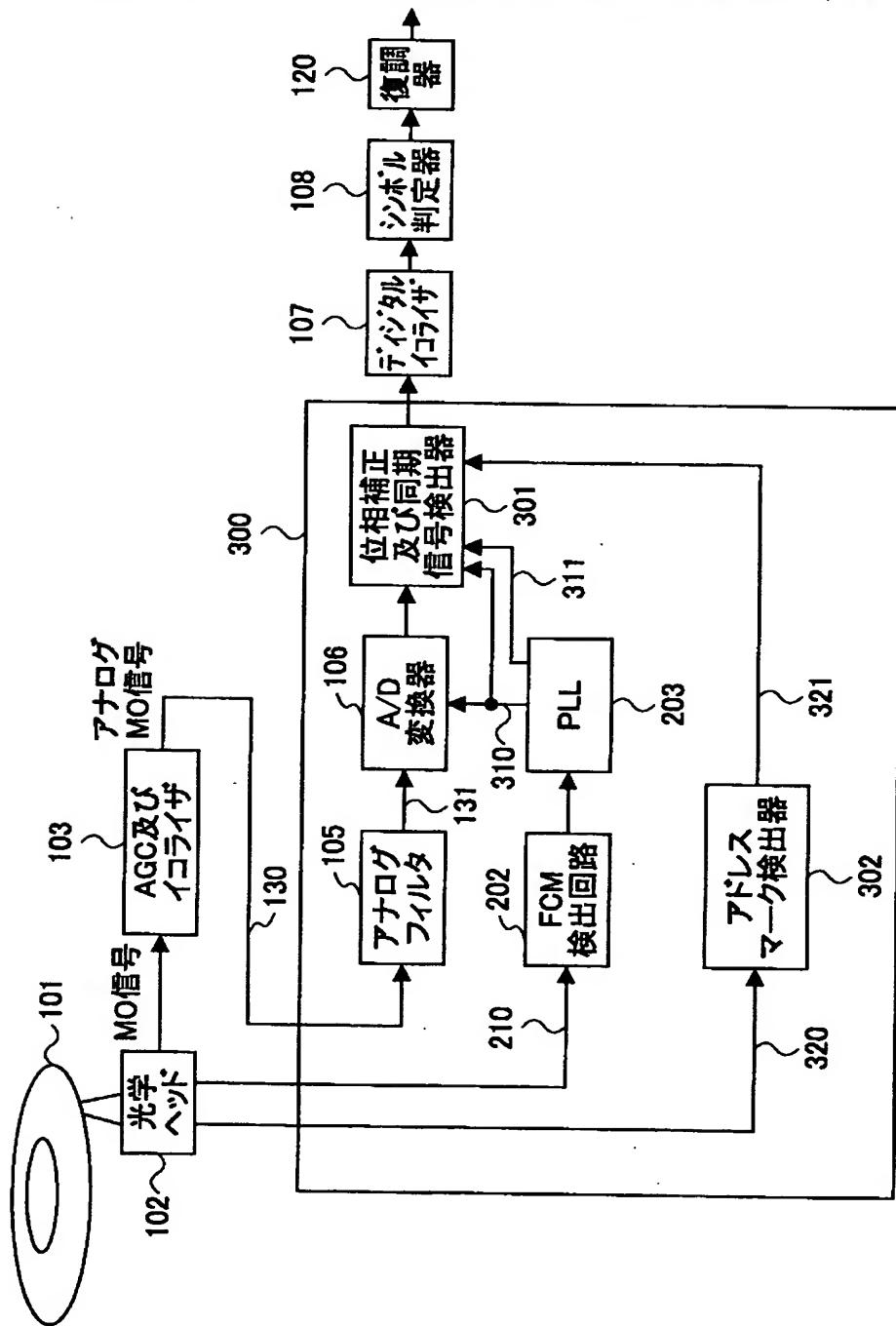
従来のアナログPLLを有する  
光ディスク再生装置の構成例を示す図

【図2】

従来のアナログPLLを有する  
光ディスク再生装置の構成例を示す図

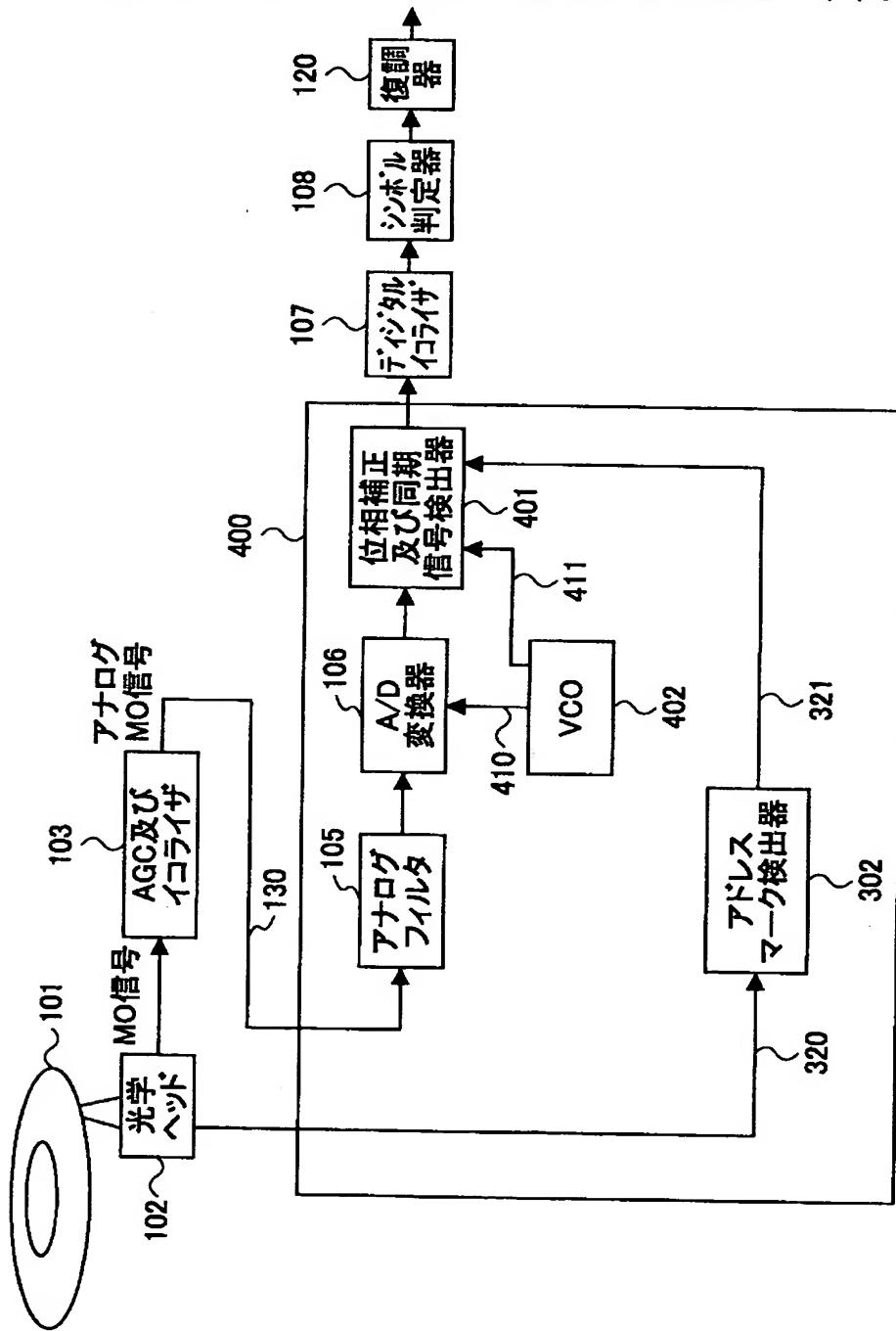
【図3】

本発明に従った外部クロックによるデータ再生装置を有する、光ディスク再生装置の実施例を示す図

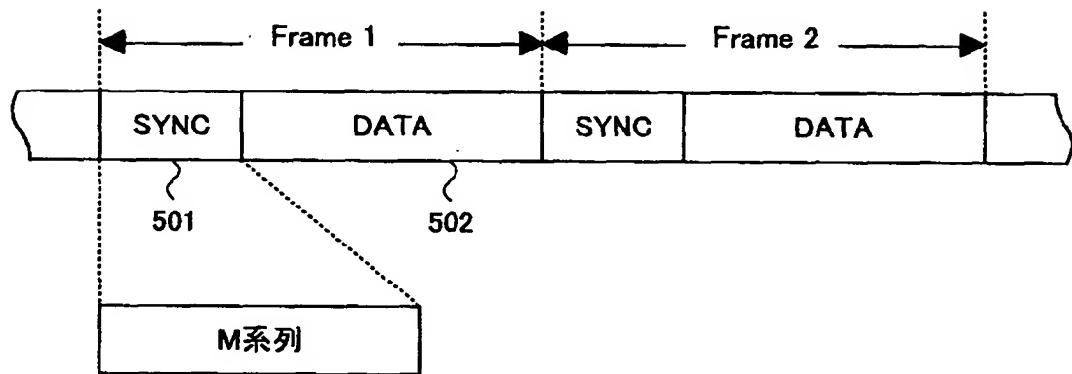


【図4】

本発明に従った任意クロックによるデータ再生装置  
を有する、光ディスク再生装置の実施例を示す図

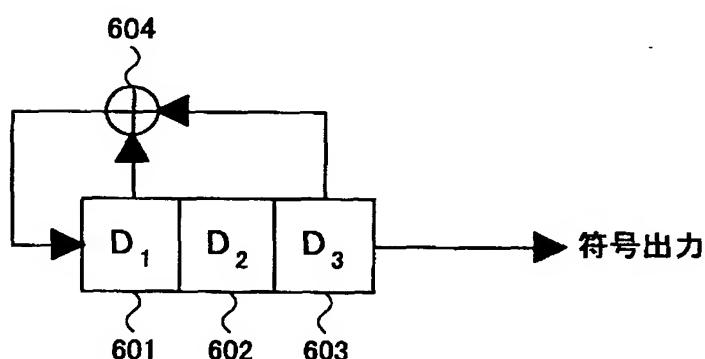


【図5】

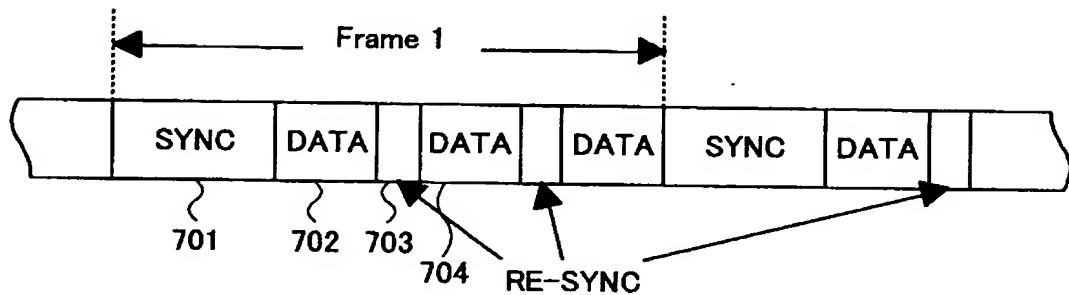
光ディスク媒体上への信号の  
記録フォーマットの一実施例を示す図

【図6】

## M系列の発生器の一例を示す図

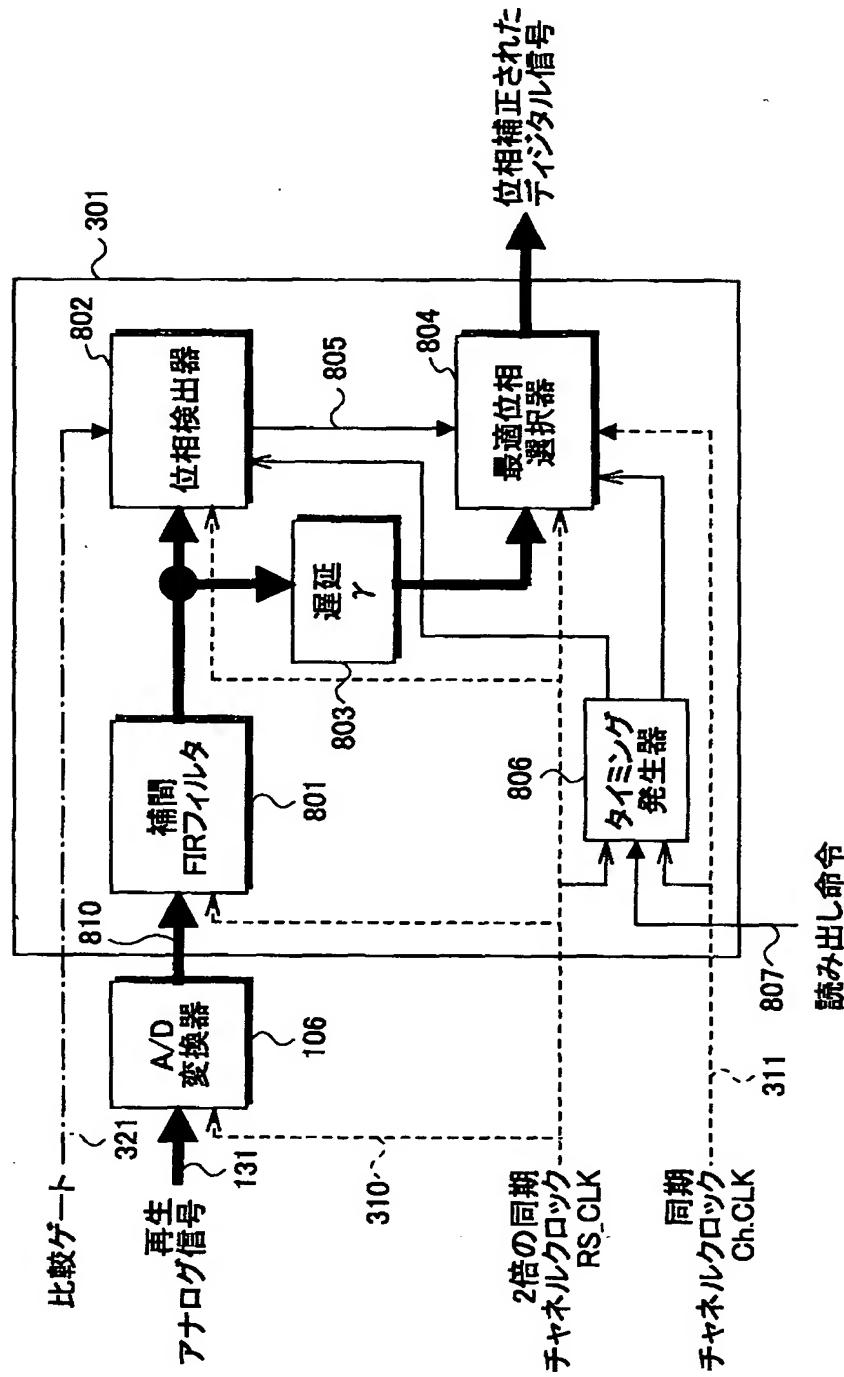


【図7】

光ディスク媒体上への信号の記録フォーマット  
の他の一実施例を示す図

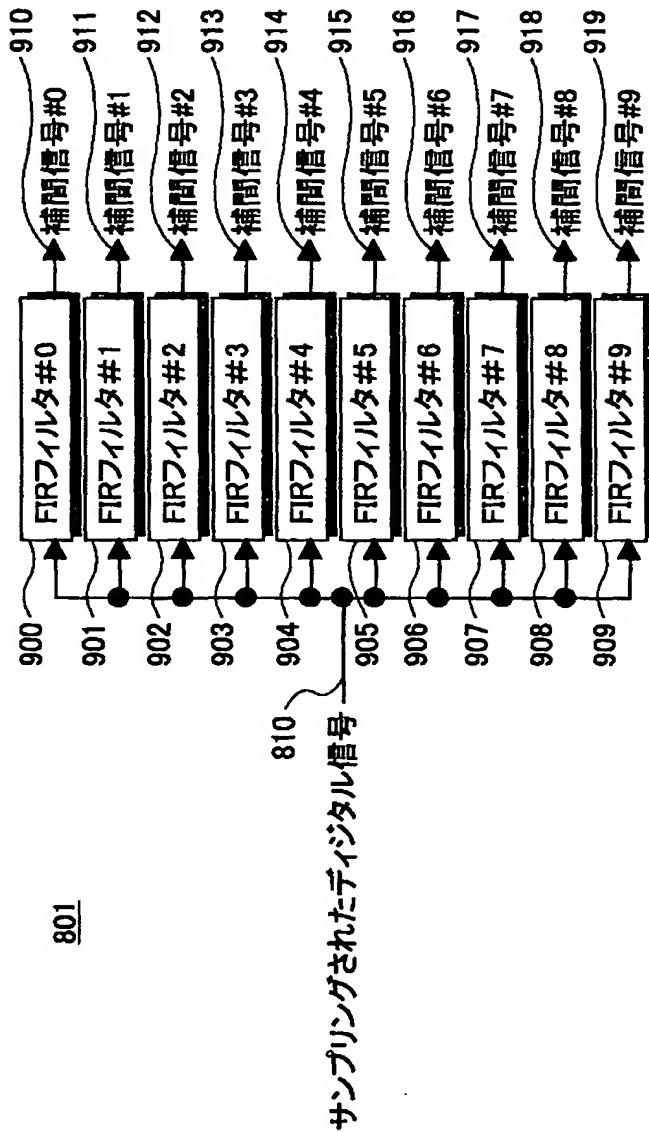
【図8】

## 本発明の一実施例を示す図



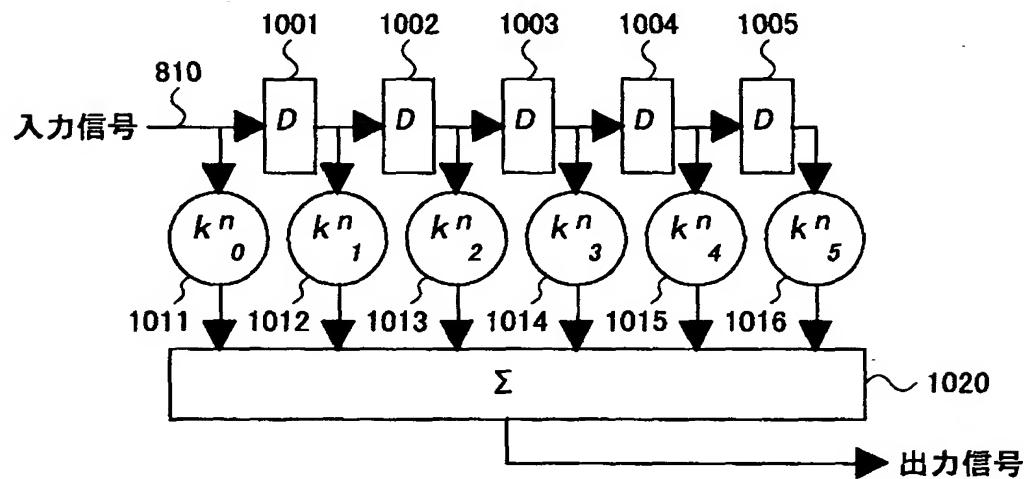
【図9】

並列型で構成され補間FIRフィルタ801の実施例を示す図



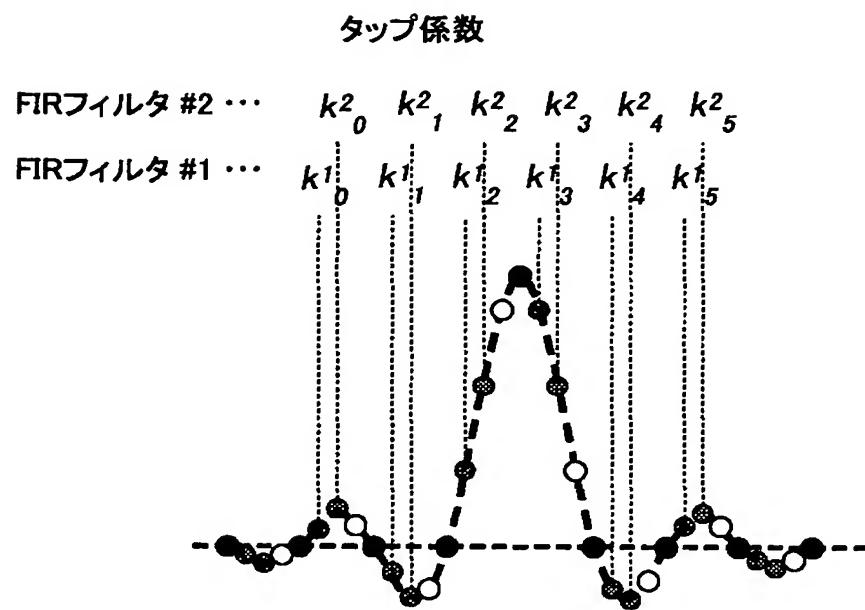
【図10】

本発明のFIRフィルタの構成例を示す図



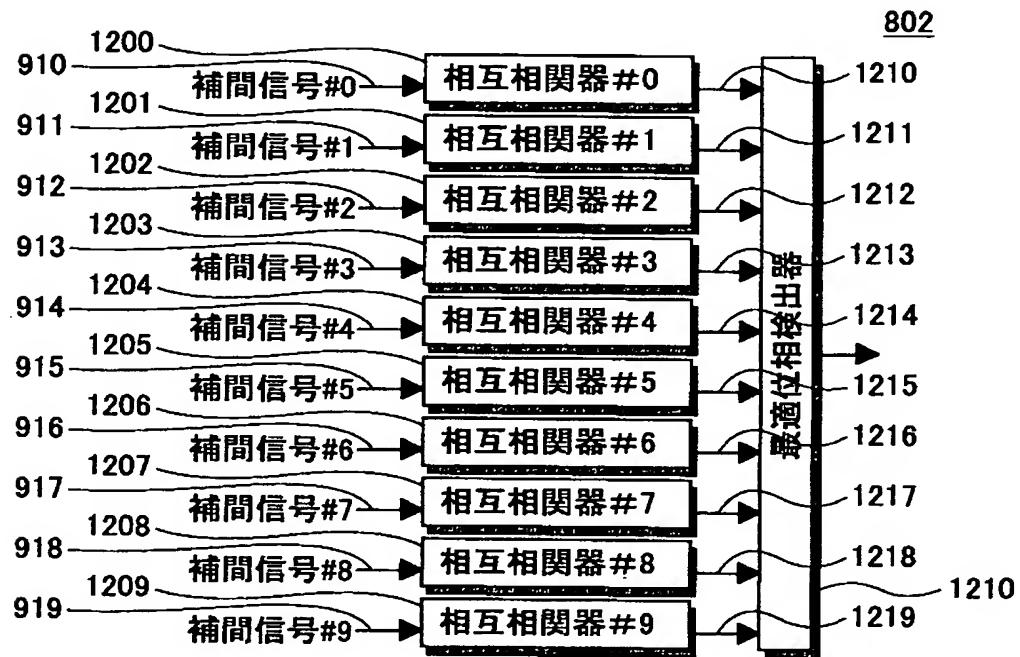
【図11】

## 本発明のFIRフィルタタップ係数例を示す図



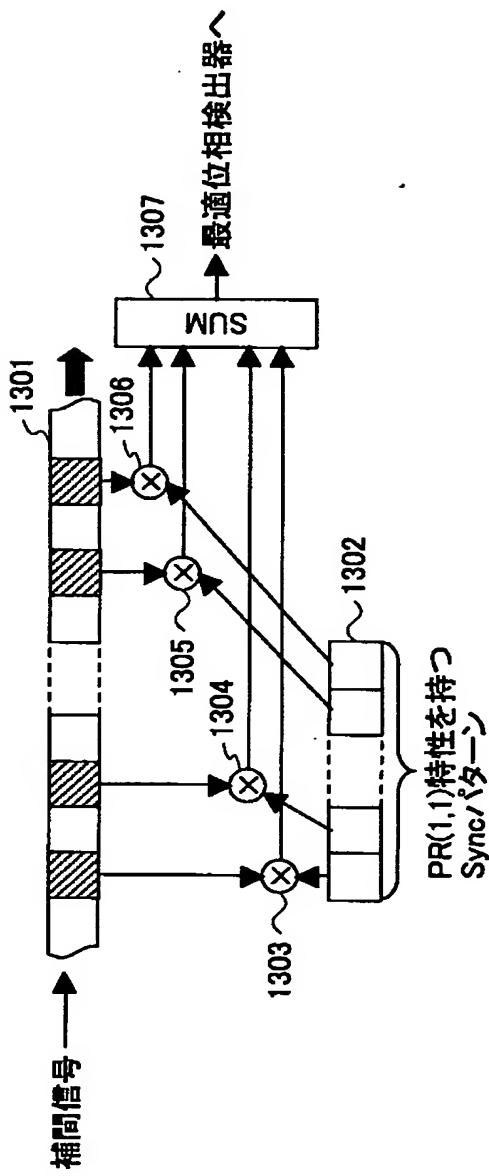
【図12】

本発明の並列型で構成した位相検出器の実施例を示す図



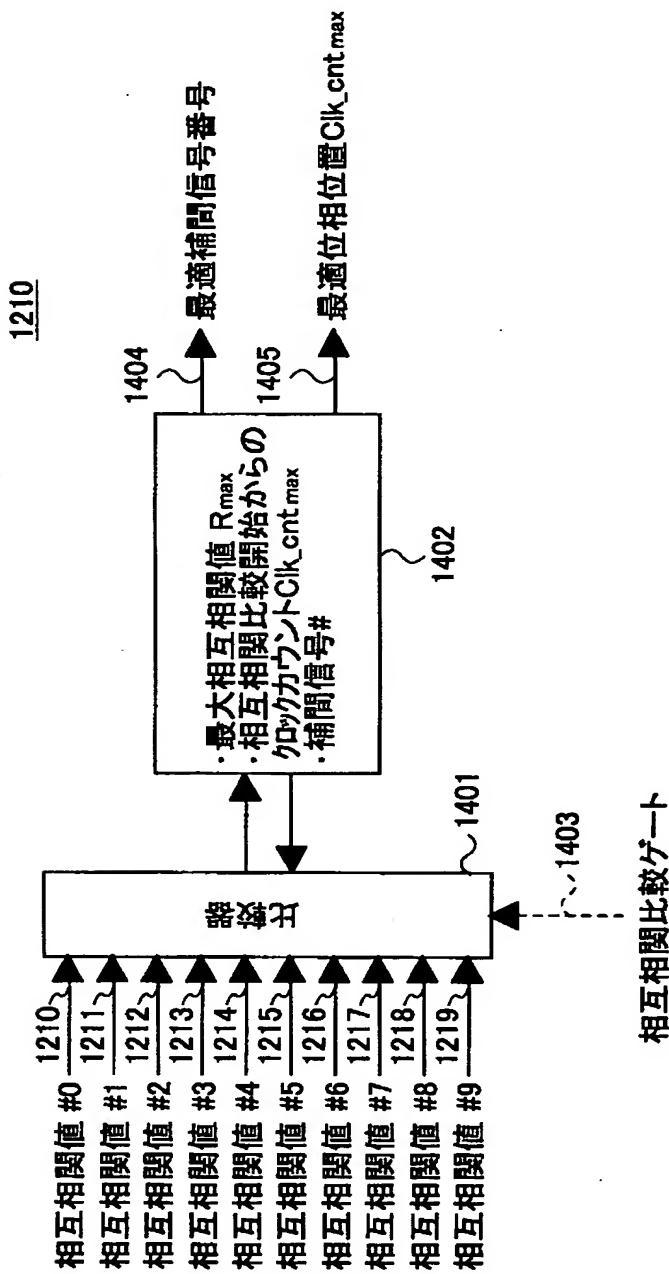
【図13】

本発明の相互相関器の構成例を示す図



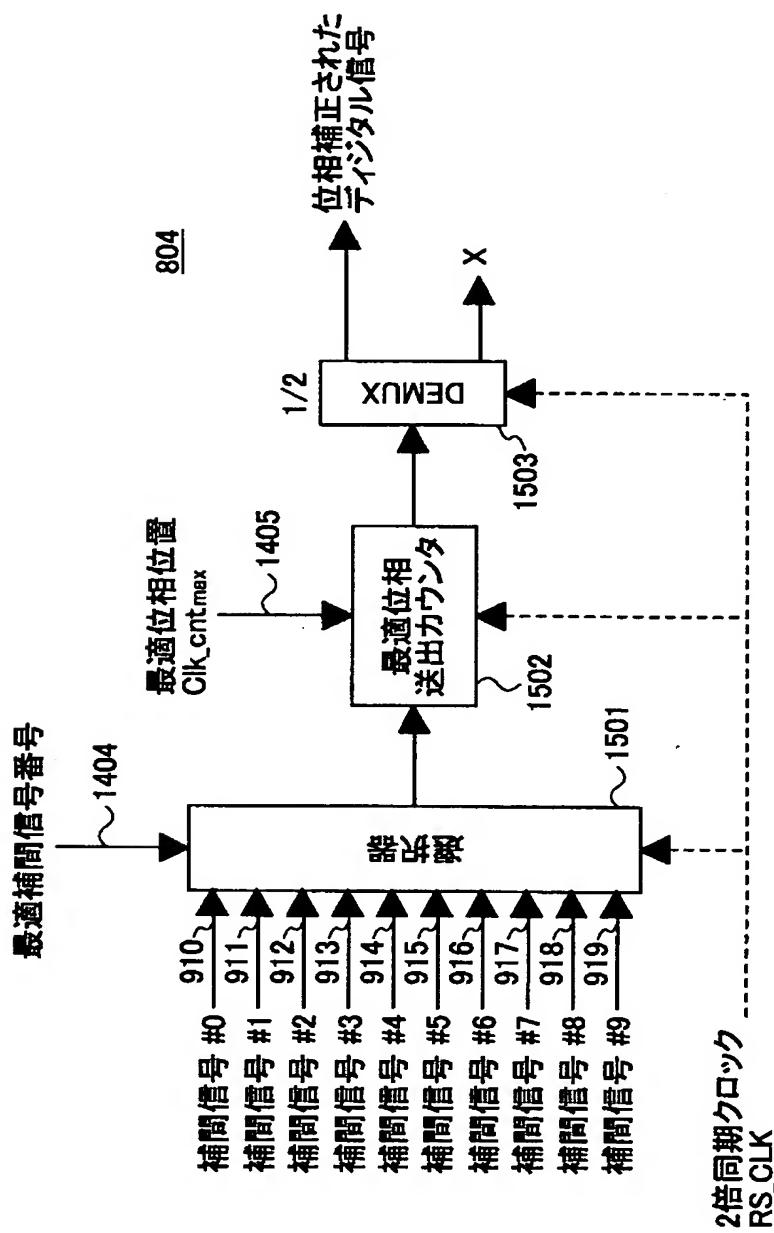
【図14】

本発明の並列型位相検出器を使用した場合  
の最適位相検出器の実施例を示す図



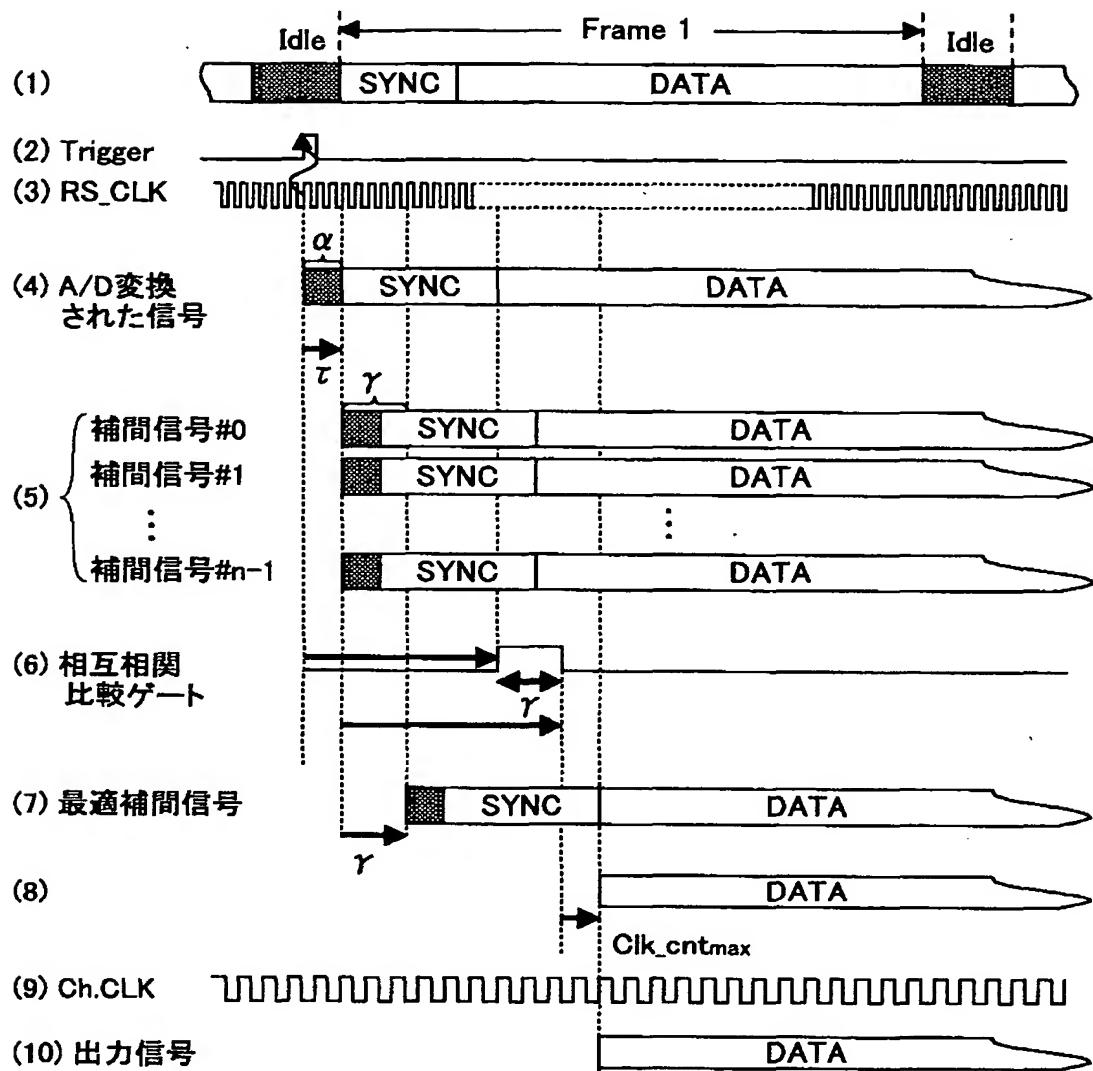
### 【図15】

## 本発明の最適位相選択器の構成例を示す図



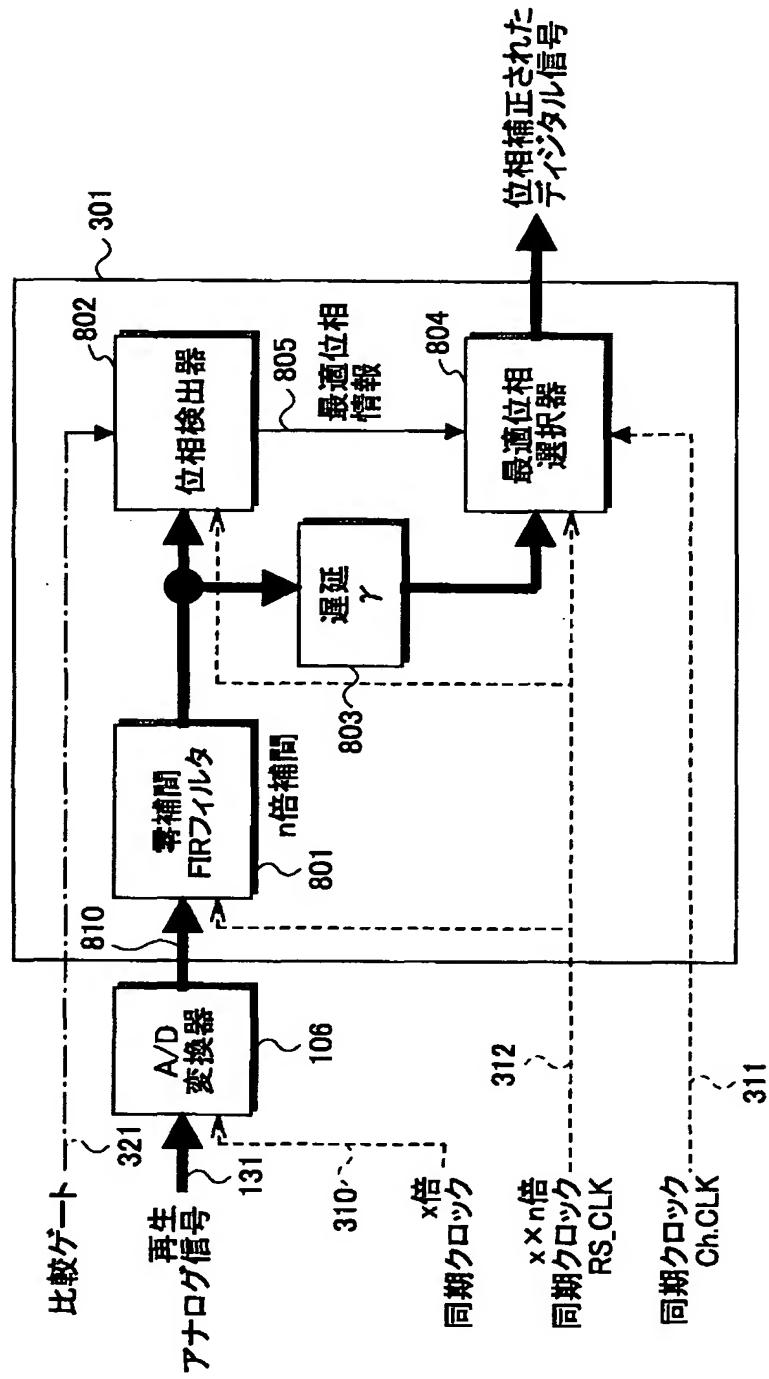
【図16】

本発明のタイミングチャート例を示す図



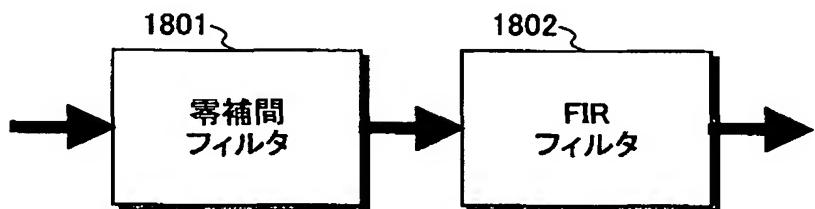
【図17】

## 本発明の他の実施例を示す図



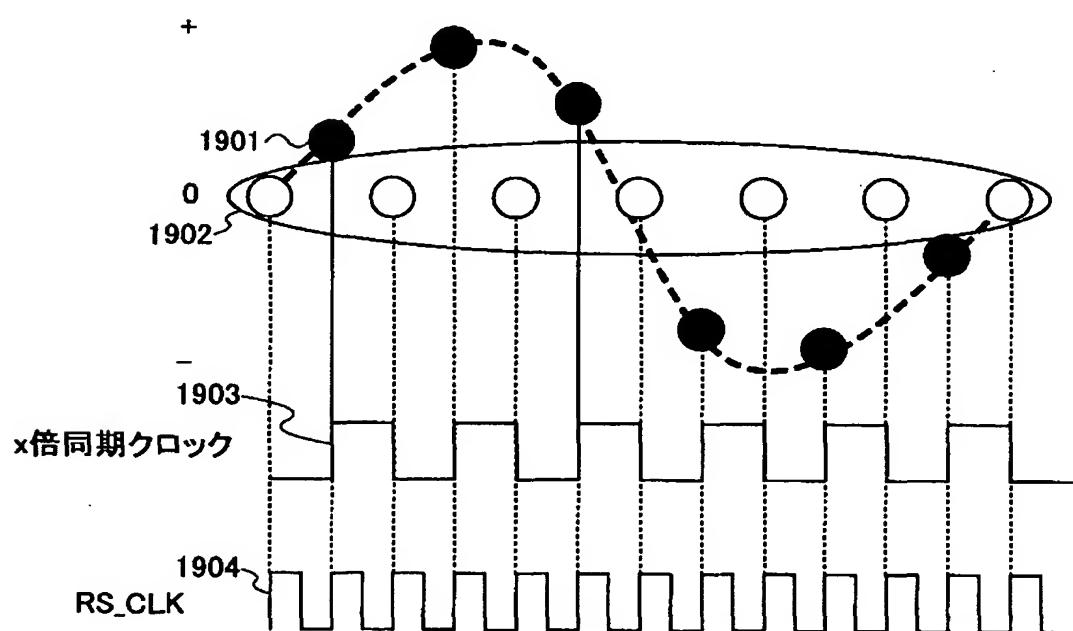
【図18】

本発明の零補間FIRフィルタの構成の実施例を示す図



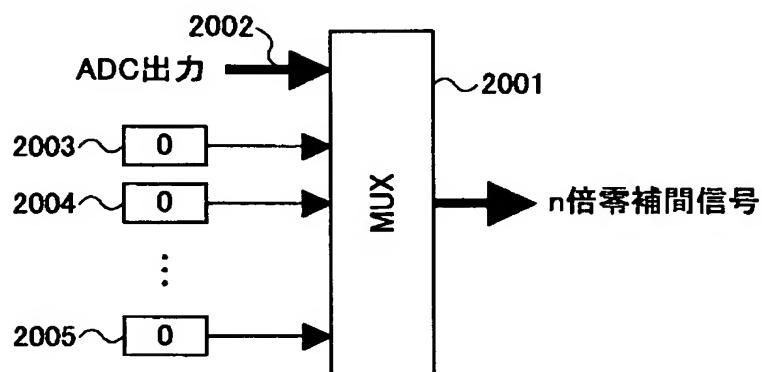
【図19】

零補間フィルタの概念図を示す図



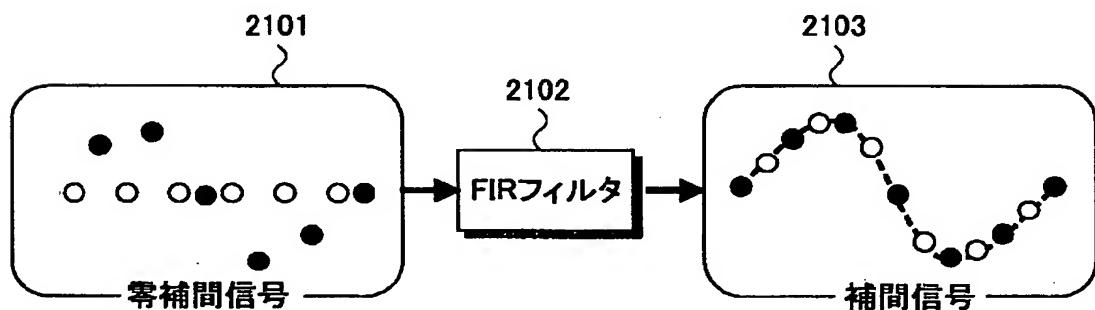
【図20】

## 零補間フィルタの構成の実施例を示す図



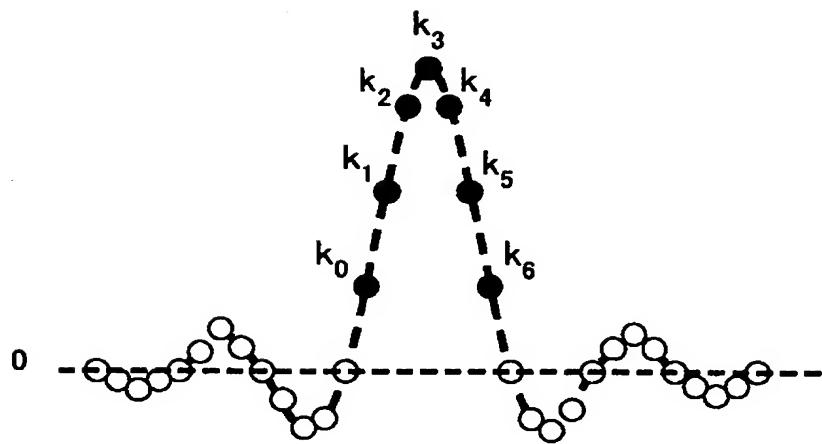
【図21】

## 本発明の零補間FIRフィルタの概念図を示す図



【図22】

本発明のFIRフィルタタップ係数の実施例を示す図



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明は、低S/N比においても、クロックと再生信号の間の位相を同期させ、且つ、同期信号等を、正確に検出することができるデータ再生装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 再生信号を、再生信号の同期クロックにてサンプリングを行うデータ再生装置において、アナログの再生信号をデジタル信号に変換するA/D変換手段と、A/D変換手段により変換されたデジタル信号を、サンプリングクロックの周波数のn倍の周波数を有するクロックでサンプリングされたデジタル信号となるように、補間する補間手段と、同期クロックと再生信号との間の最適な位相からの位相差を検出する最適位相検出手段と、最適位相検出手段により検出された前記位相差に基づいて、位相補正する位相補正手段と、最適位相検出手段にて検出された位相差に基づいて情報データの先頭を検出する情報データ先頭検出手段とを有するデータ再生装置により構成する。

【選択図】 図8

出願人履歴情報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日 1996年 3月26日

[変更理由] 住所変更

住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号

氏 名 富士通株式会社